JIUBJ

Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(2), Juli 2022, 900-905
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat universitas Batanghari Jambi
ISSN 1411-8939 (Online), ISSN 2549-4236 (Print)
DOI 10.33087/jiubj.v22i2.2065

Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

Didit Iswantoro*, Dewi Handayani UN
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Stikubank Semarang
*Correspondence email: diditiswan806@gmail.com, dewi_h@edu.unisbank.ac.id

Abstrak. Jagung merupakan salah satu tanaman serealia dan bahan pangan yang penting karena mengandung sumber karbohidrat. Ini adalah tanaman pangan terbesar ketiga di dunia setelah beras dan gandum. Di Indonesia, jagung merupakan salah satu tanaman pangan terbesar kedua setelah padi. Tanaman ini memiliki daya hasil yang tinggi dan kegunaan yang luas. Namun dalam segi penyakit masih banyak petani yang masih kesusahan dalam membedakan penyakit, oleh karena itu dibutuhkan bantuan digital untuk membedakan karakteristik dari penyakit tanaman tersebut. Penyakit yang digunakan dalam penelitian ini adalah : hawar daun dan karat daun dataset yang digunakan memiliki 2 jenis penyakit tanaman jagung dan berjumlah 2000 gambar penyakit jagung. Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* digunakan untuk klasifikasi jenis penyakit tanaman jagung, yang termasuk dalam bagian metode *Deep Learning* yang memiliki kemampuan baik dalam mengenali dan mengklasifikasi sebuah objek citra digital. Penelitian ini menggunakan bahasa pemrogaman *python* dan framework *Tensorflow* untuk melakukan training dan testing data. Pada penelitian ini klasifikasi penyakit penyakit tanaman jagung menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* mendapatkan dengan jumlah akurasi training 97,5%, pada data validation mendapatkan akurasi 100% dan tingkat akurasi pada data testing menggunakan data baru sebesar 94%.

Kata kunci: *Convolutional Neural Network (CNN); Deep Learning; Klasifikasi; Penyakit Tanaman Jagung*

Abstract. *Corn is one of the cereal crops and an important food ingredient because it contains a source of carbohydrates. It is the third largest food crop in the world after rice and wheat. In Indonesia, corn is one of the second largest food crops after rice. This plant has high yields and wide uses. However, in terms of disease, there are still many farmers who still have difficulty in distinguishing diseases, therefore digital assistance is needed to distinguish the characteristics of these plant diseases. Diseases used in this study were: blight and leaf rust. The dataset used has 2 types of corn plant diseases and a total of 2000 images of corn diseases. Convolutional Neural Network (CNN) algorithm is used for classification of corn plant diseases, which is included in the Deep Learning method which has good ability to recognize and classify a digital image object. This study uses the python programming language and the Tensorflow framework to conduct training and data testing. In this study, the classification of corn plant diseases using the Convolutional Neural Network (CNN) method was obtained with a total training accuracy of 97.5%, on data validation it got 100% accuracy and the level of accuracy in testing data using new data was 94%.*

Keywords*: Convolutional Neural Network (CNN); Deep Learning; Classification; Corn Plant Diseases*

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman serealia dan bahan pangan yang penting karena mengandung sumber karbohidrat. Ini adalah tanaman pangan terbesar ketiga di dunia setelah beras dan gandum. Di Indonesia, jagung merupakan salah satu tanaman pangan terbesar kedua setelah padi. Tanaman ini memiliki daya hasil yang tinggi dan kegunaan yang luas. Tanaman ini memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional dan memiliki fungsi multiguna, seperti pakan ternak. Dengan kata lain, jagung juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri (Rosiani, 2020). Salah satu olahan jagung manis yaitu susu jagung manis. Susu jagung manis mengandung pati dan lemak yang rendah. Tidak seperti jagung biasa, jagung manis memanen muda (belum menghasilkan buah) sebelum matang sepenuhnya (Kartika, 2019). Jumlah produktivitas dan harga jagung selalu mengalami fluktuasi karena pengaruh jumlah penawaran dan permintaan yang terus berubah. Tingginya permintaan jagung di pasar domestik menjadi peluang bagi Indonesia untuk menyeimbangkan pasokan dan permintaan jagung. Cara untuk mencapai keseimbangan pasokan dan permintaan jagung dalam negeri adalah dengan menggunakan sumber daya dalam negeri untuk memproduksi jagung sendiri di dalam negeri atau mengimpor jagung dari negara lain. Namun Tumbuhan jagung berpotensi terserang serbuan hama ataupun penyakit yang bisa melanda kapan saja.

Penyakit penting pada tumbuhan jagung antara lain merupakan penyakit karat daun yang diakibatkan oleh jamur *Puccinia sorghi Schwein* serta penyakit hawar daun yang diakibatkan oleh jamur *Helmithosporium turcicum (Pass.)* Leonard et Suggs (Prasetyo, 2017). Penyakit karat daun diakibatkan oleh jamur *Puccinia sorghi*. Indikasi dini berbentuk bintik-bintik merah serta keluar serbuk semacam tepung bercorak coklat kekuningan. Akibat penyakit ini, tumbuhan tidak bisa melaksanakan fotosintesis dengan sempurna sehingga pertumbuhannya melambat, apalagi tumbuhan bisa mati. *Puccinia sorghi* lebih banyak ada di pegunungan tropik serta di wilayah beriklim sedang. Kerugian yang di timbulkan oleh penyakit ini dicapai

70%. Penyakit hawar daun terhitung penyakit penting tumbuhan jagung serta sudah menyebar di banyak negeri di Amerika, Asia, Afrika, serta Eropa. Kerugian yang disebabkan oleh penyakit ini mencapai 50%. Pada dini peradangan indikasi berbentuk bercak kecil, berupa oval setelah itu bercak terus menjadi memanjang berupa ellips serta tumbuh jadi nekrotik dan disebut hawar, bercorak hijau keabu- abuan ataupun coklat (Prasetyo, 2017).

Salah satu cara untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung yang selama ini dilakukan oleh petani dengan cara pengamatan secara manual, Seiring dengan pertumbuhan teknologi informasi yang sangat pesat pada zaman ini, dapat menjadi solusi dalam permasalahan-permasalahan umum yang sedang terjadi dalam berbagai aspek kehidupan manusia khusus para petani, hal ini tentunya menjadi sebuah tantangan untuk seorang pengembang teknologi informasi untuk dapat membentuk suatu sistem yang mampu menjadi solusi akan permasalahan diatas. Pemanfaatan teknologi informasi dalam upaya untuk memudahkan mengidentifikasi penyakit yang selama ini dilakukan secara manual oleh petani bisa dilakukan secara cepat dan presisi. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, hal ini tentunya menjadi sebuah tantangan untuk seorang pengembang teknologi informasi untuk dapat membentuk suatu sistem yang mampu menjadi solusi akan permasalahan diatas. Hingga teknologi informasi diharapkan bisa membentuk sesuatu sistem yang dapat bisa mengenali sebuah penyakit. Salah satu metode untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung yaitu *Convolutional Neural Network*. *Convolutional Neural Network* adalah salah satu jenis pada algoritma Deep Learning yang bisa menerima input berupa gambar, menentukan aspek atau obyek apa saja kedalam sebuah gambar yang dapat digunakan mesin untuk "belajar" mengenali gambar, serta membedakan antara satu gambar dengan yang lainnya (Sena, 2018). Metode Convolutional Neural Network (CNN) yang saat ini memiliki hasil paling signifikan dalam pengenalan citra adalah CNN. Hal ini karena CNN berupaya meniru sistem pengenalan citra di korteks visual manusia untuk memungkinkannya memproses informasi citra (Sena, 2018).

Salah satu cara yang harus dilakukan untuk bisa menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengidentifikasi penyakit tanaman jagung dengan melakukan klasifikasi. Seiring dengan kemajuan zaman, klasifikasi citra digital sangat dibutuhkan diberbagai macam bidang, seperti: informatika, kedokteran, kelautan, pertanian, dan bisnis. Penelitian ini untuk mengembangkan satu sistem yang bisa mengklasifikasi/mengidentifikasi penyakit pada tanaman jagung dengan terlebih dahulu mengklasifikasikan berbagai penyakit yang bisa dialami oleh tanaman jagung dan menelusuri penyakit yang dialami dengan menggunakan metode *Metode Convolutional Neural Network* (CNN).

Tinjauan pustaka

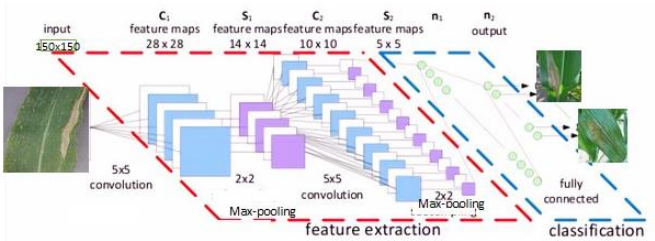
Penelitian Rahim (2020) membahas tentang metode convolutional neural network untuk klasifikasi penggunaan masker. Dataset yang dipakai dalam penelitian ini berjumlah total 1000 gambar dataset yang kemudian dibagi menjadi masing-masing berisikan 500 gambar dataset dengan label mask dan 500 gambar dataset selanjutnya untuk yang non mask. Hasil pengujian pada gambar wajah bermasker mendapatkan nilai precision 98%, recall 94% dan gambar wajah tidak menggunakan masker mendapatkan nilai precision 94%, recal 98. Penelitian Paliwang (2020) membahas penelitian tentang klasifikasi penyakit tanaman apel dari citra daun menggunakan metode convolutional neural network. Dataset yang digunakan berasal dari website kaggle yang berjumlah 7700 data daun apel dalam folder train dan 1943 data daun apel dalam folder valid yang dibagi jadi 4 kelas yaitu apple scab, black rot, rust, dan healthy. Kemudian saat proses preprocessing ukuran citra diubah agar berukuran sama menjadi 256x256 dan menggunakan tipe gambar RGB. Hasil dari uji coba, didapati bahwa model berhasil diimplementasikan dengan baik menggunakan framework dart berbasis android dengan final test accuracy memperoleh nilai akurasi sebesar 97,1%. Penelitian Syahputra (2020) membahas tentang Klasifikasi Genus Tanaman Anggrek Berdasarkan Citra Kuntum Bunga Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). Dataset penelitian menggunakan data yang bervariasi dengan 4 genus anggrek (Genus Cattleya, Dendrobium, Oncidium, Phalaenopsis) dengan data sebanyak 720 data (576 data latih dan 144 uji) dimana citranya berukuran 512x512 kemudian dilakukan resize menjadi 128x128, Berdasarkan hasil dari pengujian dengan data uji sebanyak 180 data yang mendapatkan nilai akurasi sebanyak 97,00% dan nilai validasi akurasi sebesar 93,05%.

Tutut (2018) meneliti tentang implementasi metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi jamur konsumsi di indonesia menggunakan *Keras*, dengan menggunakan *CNN* peneliti dapat memanfaaatkan kelebihan metode tersebut dalam mengklasifikasikan suatu objek, data yang digunakan ada tiga jenis jamur yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Pada saat uji coba akurasi yang didapatkan sebesar 100% untuk *training* dan 81,667% untuk *testing*. Triano (2018) melakukan penelitian tentang pengenalan tokoh-tokoh wayang menggunakan *CNN* drngan metode *deep learning*. Pada penelitian ini sang peneliti akan mengklasifikasikan setiap *citra* wayang yang ada agar dapat digunakan sebagai model, tingkat akurasi yang dimiliki pada saat proses *training* sebesar 95% dan untuk proses *testing* sebesar 90%. Setelah melakukan *training* dan *testing* peneliti juga mencoba uji coba dengan data

yang baru, tingkat akurasi yang didapatkan menggunakan data baru sebesar 93%, dengan hasil akurasi yang didapatkan melalui data baru dapat disimpulkan bahwa performa pada model memiliki tingkat optimal dalam mengklasifikasi yang baik. Pada penelitian Tumewu dkk (2020) meneliti tentang klasifikasi pada motif batik menggunakan metode *CNN* dan *arsitektur Reset* agar dapat mengenali pola motif batik. Hasil uji coba *CNN* pada *training dataset* memberikan akurasi sebesar 84,52% pada *Resnet-18* dan 81,90% pada *Resnet-50*.

Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network adalah jenis algoritma *deep learning* yang dapat menerima *input* gambar dan menentukan obyek pada gambar yang dapat digunakan sebagai sumber mengenali gambar untuk membedakan antara setiap gambar yang ada.



Sumber: data olahan

Gambar 1. Arsitektur CNN

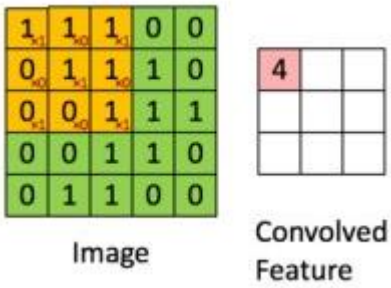
Gambar 1 diatas bisa dilihat bahwa algoritma cnn terdiri dari 2 bagian salah satunya adalah *classification* dimana pada bagian ini bertugas untuk mengklasifikasikan tiap data yang telah disiapkan dan akan di diektraksi menjadi beberapa bagian yaitu *Flatten*, *Fully-Connected Layer*, *Softmax*. Pada bagian selanjutnya adalah *feature learning* dimana pada bagian ini akan berguna sebagai tempat translasi untuk merubah *input* menjadi *features* berdasarkan keunikan atau ciri pada *input* tersebut dimana akan dirubah menjadi angka-angka pada *vector*, lapisan yang ada pada *feature learning* adalah *Convolutional Layer*, dan *Pooling Layer*.

Convolutional layer

Convolutional layer merupakan bagian dari tahap dalam arsitektur CNN. Tahap ini melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya. Lapisan ini merupakan proses utama yang membentuk jaringan arsitektur CNN. Konvolusi adalah istilah matematika di mana satu fungsi berulang kali diterapkan dari output dari fungsi lain. Operasi konvolusi adalah operasi pada dua fungsi parameter bernilai nyata. Operasi ini menerapkan fungsi output sebagai peta fitur dari gambar input. Input dan output ini dapat dilihat sebagai dua parameter bernilai nyata. Selain itu volume output juga dapat ditentukan dari setiap lapisan menggunakan hyperparameters.

$(W - F + 2P)/(S + 1)$ (1)

Keterangan : W = Ukuran volume gambar; F = Ukuran Filter; P = Nilai Padding yang digunakan; S = Ukuran Pergeseran (Stride)

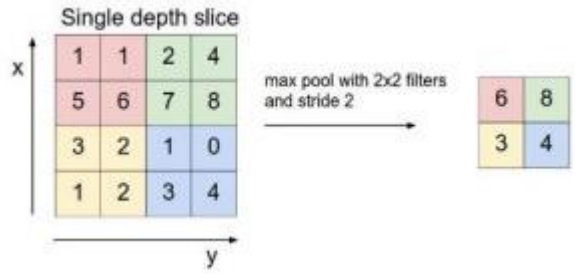


Sumber: data olahan

Gambar 2. Convolutional Layer

Pooling Layer

Pooling adalah mengurangi ukuran matriks dengan menggunakan operasi pooling. Lapisan penyatuan biasanya muncul setelah konvolusi. Pada dasarnya, pooling layer terdiri dari filter dengan ukuran dan langkah tertentu yang akan berpindah secara bergantian di seluruh area peta fitur. Bentuk umum dari pooling layer adalah dengan memakai filter 2x2, yang diterapkan dalam dua langkah dan beroperasi pada setiap irisan input.

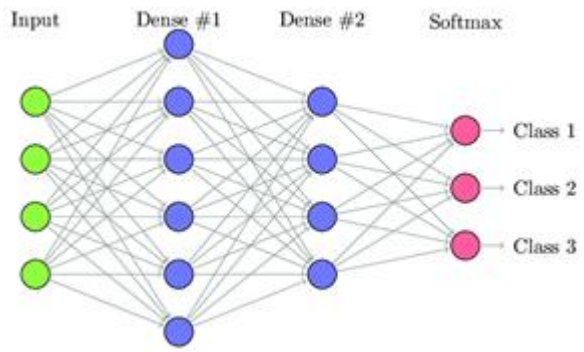


Sumber: data olahan

Gambar 3. Max-pooling Layer

Fully-Conected Layer

Fully-Conected Layer merupakan suatu susunan dimana seua neuron aktivasi dari susunan tadinya tersambung seluruh dengan neuron di susunan berikutnya sama semacam halnya dengan neural network biasa. Perbandingan antara susunan *Fully Connected* serta susunan konvolusi biasa merupakan neuron di susunan konvolusi tersambung cuma ke wilayah tertentu pada input, sedangkan susunan *Fully Connected* mempunyai neuron yang secara totalitas tersambung. Akan tetapi, kedua susunan tersebut masih mengoperasikan dot produk, sehingga gunanya tidak begitu berbeda.



Sumber: data olahan

Gambar 4. Max-pooling Layer

METODE

Untuk keperluan mengklasifikasi penyakit pada tanaman jagung maka diperlukan berupa gambar/foto penyakit tanaman jagung, yang diambil dari sumber *kaggle* yang berupa dataset. Sedangkan untuk penyakit tanaman jagung yang akan diklasifikasi/diidentifikasi pada penelitian ini dibagi menjadi 2, hawar daun dan karat daun yang memiliki jumlah 2000 data. Data tersebut akan digunakan sebagai *training* data dan *validation* data, format yang digunakan untuk data tersebut adalah jpg. Untuk memperjelas contoh data pada penelitian ini bisa dilihat sebagai berikut:



Sumber: data olahaa

Gambar 5. Penyakit Hawar Daun



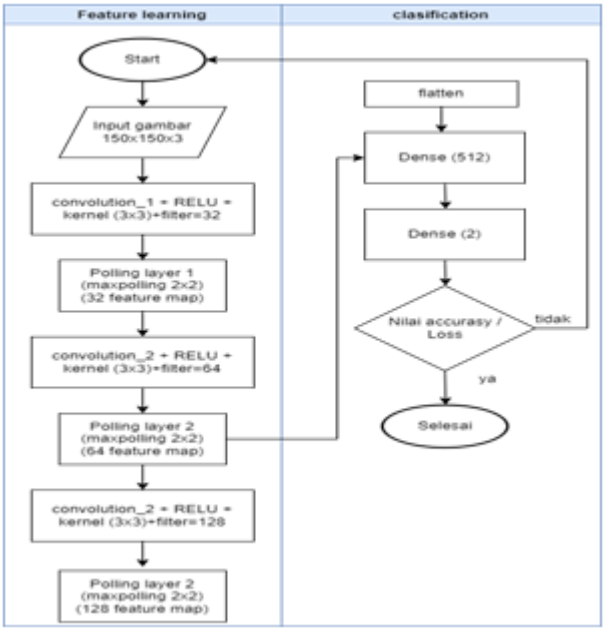
Sumber: data olahaa

Gambar 6. Penyakit Karat Daun

Penelitian ini terdapat 3 data yang dibutuhkan yaitu:

1. Data *training*. Data *training* digunakan sebagai proses *training* data penyakit tanaman jagung dengan jumlah data sebesar 1600 gambar penyakit yang akan di *training*
2. Data Validation. Data *Validation* adalah data yang digunakan pada saat proses *training* yaitu untuk melakukan pengujian ketepatan saat melakukan proses *training*. Data yang digunakan berjumlah 400 data
3. Data *Testing*. Data *test* adalah data yang digunakan untuk menguji sistem dengan data baru.

Rancangan Model yang digunakan pada riset ini mempunyai 2 tahapan semacam pada model CNN pada biasanya, adalah feature learning serta classification pada Gambar 7.



Sumber: data olahan

Gambar 7. Rancangan Model CNN

Pada tahap feature learning, input citra yang akan digunakan berukuran 150x150x3, maksud dari angka 3 tersebut merupakan citra Red, Green dan Blue (RGB). Pada model CNN ini menggunakan 3 layer konvolusi yang masing-masing memiliki kernel ukuran 3x3 dan memiliki 3 max-pooling yang memiliki masing-masing memiliki ukuran kernel 2x2. Kemudian pada tahap clasification digunakan *neural network* yang memiliki dua hidden layer pada model CNN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu bagian terutama dari berhasilnya proses klasifikasi penyakit tumbuhan jagung ini merupakan baiknya hasil dari proses training ini. Baiknya hasil proses training hendak memberikan dampak yang sangat besar terhadap hasil yang didapatkan pada proses uji coba nantinya. Sesudah model CNN dibangun serta dicoba proses model fitting, hingga metode bakal langsung melaksanakan pelatihan pada data yang telah disiapkan tadinya. Seperti yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya, informasi yang hendak digunakan buat proses training merupakan 80% data kemudian untuk data validasi sebesar 20%. Dengan Parameter iterasi yang dilakukan pada proses training ini sebanyak 100 *epoch*, nilai batch size sebesar 10 dengan ukuran citra 150x150. Jadi proses pelatihan akan berlangsung dan diulang-ulang sebanyak 100 kali untuk memperoleh

ektraksi ciri dari fitur yang dibutuhkan. Setelah proses training selesai bisa dilihat Gambar 8 berikut:



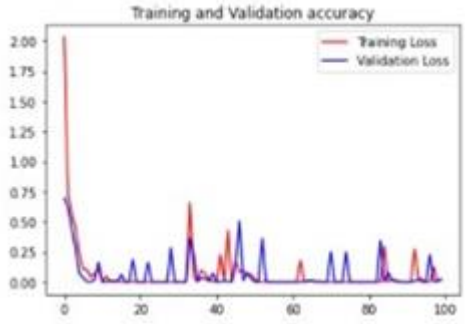
Sumber: data olahan

Gambar 8. Hasil *Accuracy Training* dan *Validation*



Sumber: data olahan

Gambar 9. Grafik *Accuracy Training* dan *Validation*



Sumber: data olahan

Gambar 10. Grafik *Loss Training* dan *Validation*

Berdasarkan Gambar 8, 9, dan 10 bisa di ketahui bahwa akurasi dari proses *training* sebesar 97,5% dan loss sebesar 0.04%, sedangkan nilai akurasi *Validation* sebesar 100% dan loss 0.01%. Dari nilai akurasi ini waktu pelatihan yang dibutuhkan setelah dijalankan 100 *epoch* dengan waktu 10 menit. Semakin banyak *epoch* semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk proses training.

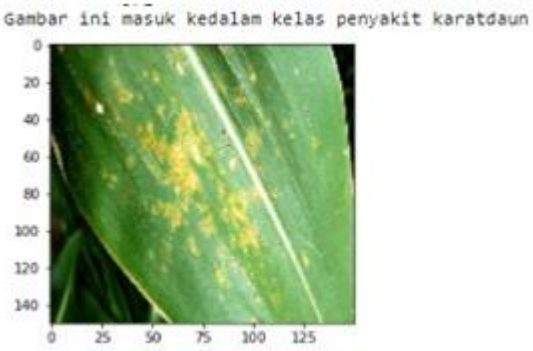
Hasil Proses Testing Data Baru

Proses *testing* menggunakan data uji baru sebanyak 50 data image, dan setiap kelas jenis penyakit tanaman jagung sebanyak 25 penyakit hawar daun dan 25 penyakit karat daun. Contoh kasus proses testing dengan data baru dapat dilihat sebagai berikut:



Sumber: data olahan

Gambar 11. Prediksi Benar Hawar Daun



Sumber: data olahan

Gambar 12. Prediksi Benar Karat Daun

Hasil confusion matriks dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Confusion Matriks

Matriks		Predict Class	
		Hawar Daun	Karat Daun
Actual Class	Hawar Daun	24	1
	Karat Daun	2	23

Sumber: data olahan

Tabel 1. Confusion matriks, hasil presiksi dari model terhadap data *testing* baru menunjukan hasil yang baik. Prediksi terhadap penyakit hawar daun diklasifikasikan benar kedalam hawar daun sebanyak 24 data dan hasil prediksi salah dari hawar daun sebanyak 1 data. Sedangkan prediksi terhadap penyakit karat daun diklasifikasikan benar kedalam karat daun sebanyak 23 data dan hasil prediksi salah sebnayak 2 data.. Dari tabel tersebut bisa dihitung akurasi dari keseluruhan matriks diatas seperti rumus berikut:

$$\text{Acccuracy} = \frac{All\ True\ Positive}{Total\ Number\ Testing\ Entries} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Acccuracy} = \frac{47}{50} \text{ x } 100\% = 94\ \%$$

Perhitungan tersebut didapatkan nilai akurasi klasifikasi penyakit tanaman jagung meggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) ini sebesar 94 %, dengan inputan gambar 150x150 piksel dan nilai iterasi *epoch* berjumlah 100.

SIMPULAN

Penelitian yang dikerjakan untuk mengklasifikasi penyakit tanaman jagung memakai metode Convolutional Neural Network (CNN) ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada dasarnya algoritma CNN sudah cukup baik dalam melakukan klasifikasi penyakit tanaman jagung ini. Dengan melakukan proses training dengan jumlah 100 epoch, jumlah inputan citra 150x150 dan didapatkan akurasi *training* sebesar 97,5% dan *validation* 100%
2. Data yang digunakan pada proses testing menggunakan data yang bersifat baru dengan jumlah sebanyak 50 data untuk diujikan kedalam model yang sudah dibuat. Dari hasil *testing* menghasilkan tingkat akurasi dalam melakukan klasifikasi penyakit tanaman jagung sebesar 94%.

DAFTAR PUSTAKA

Kartika, U. W., Prima, S., Ii, U., & Surabaya, N. 2019. Pengenalan Pola Daun untuk Pendeteksi Dini Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Deteksi Tepi Sobel. *Seminar Nasional Aptikom (SEMNASTIK)*, 340–346.

Prasetyo, G., Ratih, S., Ivayani, I., & Akin, H. M. 2017. Efektivitas Pseudomonas Fluorescens Dan Paenibacillus Polymyxa Terhadap Keparahan Penyakit Karat Dan Hawar Daun Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (Zea mays var. saccharata). *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(2), 102–108. https://doi.org/10.23960/jat.v5i2.1834

Sena, S., 2018, Pengenalan Deep Learning Part 7 : Convolutional Neural Network (CNN). Diambil kembali dari.Medium:https://medium.com/@samuelsena/pengenalan-deep-learning-part-7-convolutional-neural-network-cnn-b003b477dc94

Rahim, A., Kusrini, K., & Luthfi, E. T. 2020. Convolutional Neural Network untuk Kalasifikasi Penggunaan Masker. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 10(2), 109. https://doi.org/10.35585/inspir.v10i2.2569

Septian, M. R. D., Paliwang, A. A. A., Cahyanti, M., & Swedia, E. R. 2020. Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan Convolutional Neural Network. *Sebatik*, *24*(2),207–212.https://doi.org/10.46984/sebatik.v24i2.1060

Syahputra, M. I., & Wibowo, A. T. 2020. Klasifikasi Genus Tanaman Anggrek berdasarkan Citra Kuntum Bunga Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *E-Proceeding of Engineering*, 7(2), 1–9.

Tutut, F. K. 2018. *Implementasi Convolution Neural Network (CNN)* Untuk Klasifikasi Jamur Konsumsi di Indonesia Menggunakan Keras, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Triano, N. 2018, *Implementasi Deep Learning* Untuk *Image Classifiation* Mengunakan Algoritma *Covolutional Neural Network (CNN)* Pada *Citra* Wayang Golek, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Tumewu, S. F., Setiabud, D. H., & Sugiarto, I. 2020. Klasifikasi Motif Batik menggunakan metode Deep Convolutional Neural Network dengan Data Augmentation. *Jurnal Infra*, 8(2), 189–194.

Ulla Delfana Rosiani, Cahya Rahmad, Marcelina Alifia Rahmawati, & Frangky Tupamahu. 2020. Segmentasi Berbasis K-Means Pada Deteksi Citra Penyakit Daun Tanaman Jagung. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(3), 37–42. https://doi.org/10.33795/jip.v6i3.331